

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

DERWENT-ACC-NO: 1999-602673

DERWENT-WEEK: 200114

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Apparatus for monitoring quality of waste water in a  
reactor tank which delivers rapid information via  
computer neural network

PATENT-ASSIGNEE: WILDENAUER F X[WILDI]

PRIORITY-DATA: 1999DE-2012126 (July 16, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 29912126 U1	October 7, 1999	N/A	015	C02F 003/12

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 29912126U1	N/A	1999DE-2012126	July 16, 1999

INT-CL (IPC): C02F003/12, C12Q003/00

RELATED-ACC-NO: 2001-124054

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 29912126U

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - In an apparatus to monitor incoming water in a water purification process, a parameter is chosen which indicates the microorganism biological oxygen demand in relation to further parameters. The information detected is evaluated by a neural network.

DETAILED DESCRIPTION - An assembly monitors the varying quality of incoming water and uses the information to regulate the subsequent water treatment processes. A sample of the incoming water is introduced and mixed with oxygen into a reactor containing activated sludge and a consumption agent substrate.

A parameter is chosen which indicates the microorganism biological oxygen demand in relation to further parameters. The information detected is evaluated by a neural network. From the time at which optimum conditions exist for the microorganisms, the assembly requires from 5 to 15 minutes to establish the parameters and transfer the time-dependent data via an interface to a computer with a neural network. The computer and neural network take into account those parameters which are of toxicological relevance and present the information in a suitable form.

USE - The results gathered from the neural network are used to control the water monitoring assembly and the subsequent waste water treatment processes. The assembly is installed at a water treatment works where the composition and quality of the water is widely variable from e.g. agriculture, municipal and industrial sources.

ADVANTAGE - The assembly almost completely eliminates the time lag between arrival of an incoming water sample and the choice of bulk water treatment process.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/1

TITLE-TERMS: APPARATUS MONITOR QUALITY WASTE WATER REACTOR  
TANK DELIVER RAPID  
INFORMATION COMPUTER NEURAL NETWORK

DERWENT-CLASS: D15 D16

CPI-CODES: D04-A01H; D04-A01J; D05-A04;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1999-175521



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑩ G brau hsmusters hrift  
DE 299 12 126 U 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>  
C 02 F 3/12  
C 12 Q 3/00

②1 Aktenzeichen: 299 12 126.7  
②2 Anmeldetag: 16. 7. 99  
④7 Eintragungstag: 7. 10. 99  
④3 Bekanntmachung  
im Patentblatt: 11. 11. 99

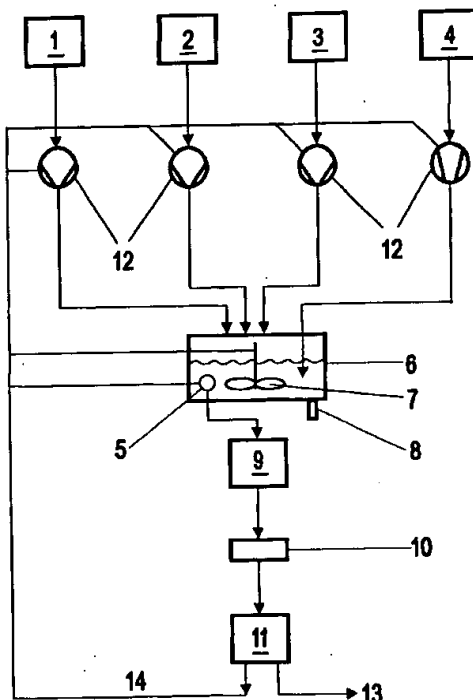
DE 299 12 126 U 1

⑦3 Inhaber:  
Wildenauer, Franz Xaver, Prof.Dr.rer.nat., 15711  
Königs Wusterhausen, DE

⑦4 Vertreter:  
Erich und Kollegen, 15751 Niederlehme

⑤4 Vorrichtung zur Abwasserüberwachung mit neuronalen Netzen

⑤1 Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung von Prozeßabläufen in biologischen Kläranlagen und Klärstufen für die Behandlung von Abwässern unterschiedlicher Zusammensetzung, wobei dem Abwasser, das sich in einem Überwachungsbehälter befindet, Belebtschlamm und Zehrungssubstrat zugemischt und dieser Mischung Sauerstoff zugeführt ist, dann in der Vorrichtung einer Mischung ein Parameter als Sauerstoffverbrauch von Mikroorganismen, die sich im Belebtschlamm befinden und das Zehrungssubstrat verbrauchen, in Abhängigkeit von weiteren Parametern bestimmt und elektronisch ausgewertet ist, wobei die Vorrichtung aus einem Überwachungsbehälter mit Mischvorrichtung zur Aufnahme des Abwassers, des Belebtschlammes, des Zehrungssubstrates und des Sauerstoffs, aus Meßsonden, einem Rechner und Dosiervorrichtungen gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßsonden (5), die im Abwasser (1) die chemischen, biologischen oder physikalischen Parameter messen, an Meßdatenwandler (9) angeschlossen sind, in denen die bei der Parametermessung ermittelten Werte in elektronische Datensätze umgewandelt werden, die Meßdatenwandler (9) zur Übertragung der Datensätze über elektronische Schnittstellen (10) mit dem Rechner (11) verbunden sind, der Rechner (11) mit einem neuronalen Netz ausgestattet ist, das aus den Datensätzen Ausgabewerte generiert, die der Steuerung der Überwachungs- vorrichtung (14) und der Beurteilung der Abwasserquali- tät dienen und der Rechner (11) zur Steuerung (14) und mehrfachen Wiederholung der Überwachungsprozesse mit den Meßsonden (5), der Mischvorrichtung (7) und den Dosiervorrichtungen (12) elektronisch verbunden ist.



DE 299 12 126 U 1

## Vorrichtung zur Abwasserüberwachung mit neuronalen Netzen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung von Prozeßabläufen für die Behandlung von Abwässern unterschiedlicher Zusammensetzung aus industriellen, landwirtschaftlichen oder kommunalen Bereichen.

Es ist bekannt, daß Abwässer aus industriellen, landwirtschaftlichen oder kommunalen Bereichen in ihrer Zusammensetzung oft großen Schwankungen unterliegen. So können beispielsweise diskontinuierliche Produktionsabläufe, Umstellungen im Herstellungsprozeß oder Havarien in chemischen Anlagen zu einer kurz- oder längerfristigen Veränderung der Qualität der Abwässer führen. Auch starke Regenfälle können die Abwasserzusammensetzung zum Beispiel in kommunalen Abwasseranlagen beeinflussen. Einleitungen von Abwässern, die derartigen Schwankungen unterliegen, führen zu Überbelastungen bis hin zu Vergiftungen der nachgeschalteten Kläranlagen. Die Folge ist ein Absterben oder Ausschwemmen der Biomasse, die dem Abbau von Inhalts- und Schadstoffen im Abwasser dient, aus der biologischen Klärstufe der Abwasseranlage, wodurch die Abbauleistung der Anlage sinkt und die Gefahr einer Überschreitung der zulässigen Schadstoffgrenzwerte für die Einleitung der geklärten Abwässer in den Vorfluter besteht. Gegenwärtig werden zum Erkennen von veränderten Abwasserzusammensetzungen Einzelparametermessungen durchgeführt, diese elektronisch erfaßt und einzeln extrapoliert. Solche Meßwerterfassungen sind oft sehr langwierig und in ihrer Auswertung recht unübersichtlich. Je mehr Parameter in die Bewertung der Abwasserqualität einbezogen werden, desto ungenauer wird bei dem herkömmlichen Datenabgleich das Gesamtergebnis, da ständig veränderte Abwasserzusammensetzungen ein Angleichen einzelner Parameter an den Gesamtdatenbestand erschweren. Hinzu kommt, daß einzelne Abwasserinhaltsstoffe oft schwer zu analysieren sind und häufig erst das Zusammenwirken mehrerer Komponenten zu Beeinträchtigungen des Reinigungsprozesses führen. Außerdem besteht die Gefahr, daß zwischen der Untersuchung des Abwassers und der Ausgabe einer Warnung eine zu große Zeitspanne vergeht, bevor mit geeigneten Mitteln auf eine mögliche Störung reagiert werden kann.

Bekannt sind weiterhin biologische Überwachungssysteme, die als Summenparameter die Atmungsaktivität von Mikroorganismen in biologischen Medien messen. Zur Feststellung einer möglichen Toxizität wird die Sauerstoffzehrung von Mikroorganismen in Kontakt mit dem zu untersuchenden Abwasser verfolgt. Die Toxizität stellt das Maß der Abnahme der Sauerstoffzehrung dar, bzw. es wird die Menge an Frischwasser angegeben, die zum Meßsystem zugeführt werden muß, um die Atmungshemmung aufzuheben. In Gegenwart von Giftstoffen kann die Atmungsaktivität deutlich herabgesetzt sein. Sie hängt jedoch nicht nur von Hemmstoffen ab, sondern auch von den Umgebungsbedingungen, wie Temperatur, Salzgehalt, pH-Wert, Konzentration an Nährstoffen, Konzentration der Mikroorganismen und Feststoffgehalt, so daß häufig eine falsche Schlußfolgerung aus einer verschlechterten Atmungsaktivität gezogen wird. Ein geringer Substratgehalt bewirkt beispielsweise nur eine geringe Sauerstoffzehrung, d.h., die gemessene Veränderung der Atmungsaktivität ist sehr klein. Daraus ist jedoch nicht erkennbar, inwiefern toxische Stoffe auf das Gesamtsystem eingewirkt haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung von Prozeßabläufen für die Behandlung von Abwässern aus industriellen, landwirtschaftlichen oder kommunalen Bereichen zu schaffen, mittels der eine kontinuierliche, flexible und kurzfristige Bewertung der Qualität der Abwässer zuverlässig durchgeführt und Maßnahmen eingeleitet werden können, mit denen das Auftreten von Störungen äußerst schnell mit geeigneten Gegenmaßnahmen vermieden werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Überwachung und Steuerung von Prozeßabläufen in biologischen Kläranlagen und Klärstufen für die Behandlung von Abwässern unterschiedlicher Zusammensetzung eine Probemenge des zu überwachende Abwassers in einem Überwachungsbehälter mit Belebtschlamm und Zehrungssubstrat gemischt wird, zu dieser Mischung Sauerstoff zugeführt wird und dann in der Mischung ein Parameter als Sauerstoffverbrauch von Mikroorganismen in Abhängigkeit von weiteren Parametern bestimmt und mit einem künstlichen neuronalen Netz ausgewertet wird.

- Vorteilhaft ist die Erfindung dadurch ausgebildet, daß vom Zeitpunkt des Erreichens eines Sauerstoffsättigungsgrades, bei dem für die Mikroorganismen eine optimale Sauerstoffzehrung gewährleistet ist, über einen Zeitraum von 5 bis 15 Minuten unterschiedliche Parameter bestimmt werden, die Meßwerte von Meßdatenwandlern in
- 5 zeitabhängige Datensätze umgewandelt und die Datensätze über elektronische Schnittstellen zu einem Rechner mit neuronalem Netz transferiert werden. Die Datensätze werden vom neuronalen Netz unter Berücksichtigung von toxisch relevanten und nicht relevanten Meßwerten schnell und direkt zu Ausgabewerten verarbeitet. Die ermittelten Ausgabewerte des neuronalen Netzes werden für die Steuerung der Überwachungsvorrichtung und der
- 10 Vorrichtungen für die Abwasserreinigung verwendet.
- Ein wesentlicher Inhalt der Erfindung ist, daß das neuronale Netz die ermittelten Datensätze als Eingangsdaten entsprechend ihrer Wichtung berücksichtigt und mathematisch mit einem Schwellwert, der einen Grenzwert für das Maß von Toxizität oder Nichttoxizität des Abwassers darstellt, vergleicht, wobei aus diesem Vergleich Ausgabewerte generiert werden,
- 15 mit denen die Überwachungsvorrichtung oder Vorrichtungen in Kläranlagen und Klärstufen direkt gesteuert werden und die eine Aussage über die Qualität des Abwassers geben. Auf diese Weise können komplexe Systeme mit qualitativ unterschiedlichen Parametern ohne Kenntnis von funktionalen Zusammenhängen zwischen den Parametern exakt beschrieben werden.
- 20 Vorteilhafterweise werden die durch die Bestimmung der Parameter im zu überwachenden Abwasser gewonnen Datensätze mathematisch dahingehend gewichtet, ob sie eine geeignete Größenordnung aufweisen. Ebenso werden meßtechnisch verfälschte Meßwerte oder Meßwerte aus der Bestimmung von Parametern, die sich in der Abwassermischung gegenseitig derart beeinflussen, daß Verfälschungen entstehen, bei der Wichtung
- 25 berücksichtigt. Im neuronalen Netz wird die Fähigkeit zur Wichtung der Datensätze vor dem eigentlichen Beginn der Überwachungsmessungen mit Meßwerten generiert, die aus Abwässern mit bekannter nichttoxischer, teiltoxischer und toxischer Zusammensetzung gewonnen wurden. Bestehen einzelne Daten die Wichtung nicht, so werden sie vom neuronalen Netz herausgefiltert und vorteilhafterweise im weiteren Verlauf der
- 30 Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

19.07.99

Erfindungsgemäß wird der Schwellwert des neuronalen Netzes mit Datensätzen erstellt, die getrennt aus nichttoxischen, modellierten teilttoxischen und toxischen Abwässern gewonnen wurden. Der Schwellwert stellt damit im Überwachungsverfahren einen Wert dar, bei dessen Unterschreitung Nichttoxizität und bei dessen Überschreitung Toxizität des Abwassers als  
5 Ausgabewert generiert wird.

Die Erfindung ist ausgestaltet, wenn als Parameter unterschiedliche chemische, biologische oder physikalische Meßwerte zeitlich parallel bestimmt werden, wobei es sich vorzugsweise um den Sauerstoffpartialdruck, die Temperatur, die elektrische Leitfähigkeit, die Menge des gelösten organischen Kohlenstoffs, die Trübung, den pH-Wert, das Mischungsverhältnis der  
10 Abwasserkontingente zueinander bei Abwässern aus verschiedener Herkunft oder um die Tageszeit oder Jahreszeit, bei der Abwasserkontingente in eine Kläranlage oder Klärstufe eingeleitet werden, handelt. Die Parameter sind mit geringem technischen Aufwand leicht und schnell bestimmbar. Die einfache und schnelle Bestimmbarkeit der Parameter ist eine wichtige Voraussetzung für möglichst kurze Meßzyklen. Kurze Meßzyklen wiederum sind  
15 für den sicheren Betrieb einer Kläranlage erforderlich, damit gegebenenfalls bei ermittelten toxischen Meßwerten genügend Zeit für eine angemessene Steuerung der Kläranlage verbleibt. Die Totzeit zwischen der Untersuchung des Abwassers und der Ausgabe einer Warnung sollte einen Zeitraum von 15 Minuten nicht überschreiten.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung liegt darin, daß Belebtschlamm verwendet  
20 wird, der auch für die Reinigungsstufe der jeweiligen biologischen Kläranlage oder Klärstufe eingesetzt wird. Besondere Belebtschlämme für das Überwachungsverfahren sind nicht erforderlich. Im Belebtschlamm befinden sich eine Vielzahl von unterschiedlichsten Mikroorganismen, die für die Reinigung der jeweils anfallenden Abwässer geeignet sein müssen. Die in biologischen Kläranlagen und Klärstufen verwendeten Belebtschlämme  
25 gewährleisten einen sicheren Verlauf der Parameterbestimmung.

Die Mikroorganismen benötigen als Lebensvoraussetzung Sauerstoff, um im Abwasser Inhaltsstoffe abzubauen. Bei dem Abbau der Inhaltsstoffe verbrauchen die Mikroorganismen mehr Sauerstoff als ohne Abbau, so daß es zu einer deutlichen Abnahme der Sauerstoffkonzentration im Abwasser kommt. Die Abnahme der Sauerstoffkonzentration in  
30 Abhängigkeit von der Zeit ist ein Maß für die Abbauaktivität der Mikroorganismen. Ist die

Abbauaktivität der Mikroorganismen gestört, d.h. es werden nur sehr kleine oder keine Verringerungen der Sauerstoffkonzentration im Abwasser gemessen, so können verschiedene Ursachen dafür verantwortlich sein. Die Sauerstoffzehrungsaktivität der Mikroorganismen kann durch toxische Stoffe, durch nicht optimale Lebensbedingungen wie

5 Temperaturabweichungen, pH-Wertabweichungen u.a. oder durch das Vorhandensein einer zu geringen Konzentration von Stoffen, die von Mikroorganismen abgebaut werden können, gehemmt sein.

Unmittelbar vor dem Beginn der Parameterbestimmung wird der Mischung aus Abwasser, Belebtschlamm und Zehrungssubstrat erfindungsgemäß Sauerstoff bis zu einem

10 Sättigungsgrad von 50 - 95 % zugeführt. Es ist von besonderem Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung, wenn die Mischung einen Sauerstoffsättigungsgrad von 80 % zu Beginn der Meßgrößenbestimmung aufweist, damit die Mikroorganismen am Anfang der Messung über ein optimales Sauerstoffzehrungspotential verfügen. Ein optimales Zehrungspotential gewährleistet gute Lebensbedingungen für die Mikroorganismen.

15 Außerdem wird dadurch eine stetige Verfolgung des Parameters Sauerstoffzehrung über einen weiten Meßbereich zu Erzeugung großer Datensätze möglich, bevor die Sauerstoffkonzentration in der Mischung durch Zehrung der Mikroorganismen so gering wird, daß die Sauerstoffkonzentration nicht mehr gemessen werden kann. Der Sauerstoff kann als reines Gas oder gemeinsam mit inerten Gasen der Mischung zugeführt werden.

20 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist, daß der Mischung aus Abwasser und Belebtschlamm ein Zehrungssubstrat, das die Mikroorganismen nicht schädigt, zudosiert wird, das die Mikroorganismen kontinuierlich abbauen können. Das Fehlen von Inhalts- und Schadstoffanteilen im Abwasser bedingt eine geringere Abbauaktivität der Mikroorganismen, gibt jedoch keine Aussage über die Toxizität des Abwassers. Erst die Zugabe des

25 Zehrungssubstrates gewährleistet eine Abbauaktivität der Mikroorganismen auch dann, wenn das Abwasser mit zu geringem Inhalts- und Schadstoffanteil, der eigentlich die Abbauaktivität der Mikroorganismen bestimmt, belastet ist.

Es ist von Vorteil, wenn als Zehrungssubstrat Nährstoffe verwendet werden, die an Mikroorganismen adaptiert sind, wobei vorzugsweise ein Protein oder Proteingemisch, ein

30 Lipid oder Lipidgemisch oder ein Kohlenhydrat oder Kohlenhydratgemisch verwendet wird.

Es ist ein Vorteil bei der Anwendung der erfindungsgemäßen Lösung, daß die Proteine, Lipide oder Kohlenhydrate jederzeit durch Erwerb zur Verfügung stehen und für eine hohe Zehrungsaktivität der Mikroorganismen gut geeignet sind. Eine jederzeit reproduzierbare und stabile Zehrungsaktivität ist für den Erhalt von gut strukturierten Datensätzen eine wichtige

5 Voraussetzung.

Gemäß der Erfindung wird das Verfahren für die Überwachung und Steuerung von biologischen Kläranlagen und Klärstufen eingesetzt, die Abwässer unterschiedlichster Zusammensetzung aus industriellen, landwirtschaftlichen, biologischen oder kommunalen Bereichen verarbeiten. Es ist im Sinne der Erfindung, daß qualitativ unterschiedliche

10 Abwasserkontingente unmittelbar nacheinander ohne zwischenzeitliche Veränderung und Kalibrierung der Überwachungsvorrichtung und des neuronalen Netzes überwacht und gesteuert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Überwachung und Steuerung von Prozeßabläufen in biologischen Kläranlagen und Klärstufen für die

15 Behandlung von Abwässern unterschiedlicher Zusammensetzung besteht aus einem Überwachungsbehälter zur Aufnahme des Abwassers, des Belebtschlammes, des Zehrungssubstrates und des Sauerstoffs. Für die Dosierung des Abwassers, des Belebtschlammes, des Zehrungssubstrates und des Sauerstoffs sind vor dem Überwachungsbehälter Dosiervorrichtungen angeordnet. Der Überwachungsbehälter verfügt

20 über eine Mischvorrichtung, die nach der Zugabe aller Komponenten in den Behälter diese innig miteinander vermischt. Weiterhin ist an dem Behälter ein Reinigungsablauf angebracht, durch den nach Beendigung der Messung die verbrauchte Mischung aus dem Überwachungsbehälter entfernt wird.

Eine sinnvolle Ausbildung erhält die Erfindung dadurch, daß am Überwachungsbehälter

25 mindestens zwei unterschiedliche Meßsonden angeordnet sind, mit denen im Abwasser die unterschiedlichen chemischen, biologischen oder physikalischen Parameter mehrfach gemessen werden können. Für die Korrelation im neuronalen Netz sind mindestens zwei Parameter erforderlich, die in dem zu untersuchenden Mischungssystem eine Wirkung ausüben. Je mehr Parameter gemessen werden, desto mehr Datensätze können für das

neuronale Netz zur Verfügung gestellt werden, was den Einfluß von fehlerhaften Daten auf den gesamten Überwachungsprozeß vermindert.

Die Meßsonden sind erfindungsgemäß an Meßdatenwandler angeschlossen, in denen die bei der Parametermessung ermittelten Werte in elektronische Datensätze umgewandelt werden, damit die qualitativ verschiedenen, jedoch zeitlich voneinander abhängigen Datensätze im neuronalen Netz verarbeitet werden können. Die Meßdatenwandler sind zur Übertragung der Datensätze über elektronische Schnittstellen mit dem Rechner verbunden. Der Rechner ist mit einem neuronalen Netz ausgestattet, das aus den Datensätzen Ausgabewerte generiert, die der Steuerung der Überwachungsvorrichtung und der Beurteilung der Abwasserqualität dienen. Der Rechner ist vorteilhafterweise zur Steuerung und mehrfachen Wiederholung der Überwachungsprozesse mit den Meßsonden, der Mischvorrichtung und den Dosiervorrichtungen elektronisch verbunden. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Rechner, in dem aus den Datensätzen mit Hilfe des neuronalen Netzes Ausgabewerte generiert werden, die der Steuerung von Abwasserreinigungsprozesse dienen können, mit den Vorrichtungen der Kläranlage zur Steuerung der Reinigungsprozesse elektronisch verbunden.

Nachfolgend soll die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigt:

20

Fig. 1: Das Schema der Meßwerterfassung und -verarbeitung

Das Verfahren soll anhand der schematischen Darstellung der Vorrichtung nach Fig. 1 erläutert werden. Das Abwasser (1), der Belebtschlamm (2), das Zehrungssubstrat (3) und der Sauerstoff (4) befinden sich vor dem Beginn des ersten Zyklus des Überwachungsprozesses in geeigneten Vorratsbehältnissen. Mit Hilfe der Dosiervorrichtungen (12) werden die Komponenten in der Reihenfolge (1), (2) und (3) nacheinander in den Überwachungsbehälter (6) gegeben und mit Hilfe der Mischvorrichtung (7) innig miteinander vermischt. Unter weiterem Mischen wird Sauerstoff (4) in Form von Luft solange zugeführt, bis ein Sauerstoffsättigungsgrad von 80 % in der Mischung erreicht ist. Nach Beendigung der

30

Sauerstoffzufuhr beginnt der Meßzyklus. Es werden mit Hilfe der Meßsonden (5) über einen Zeitraum von 10 Minuten die Meßgrößen Sauerstoffpartialdruck, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert im Abstand von 15 Sekunden zeitlich parallel bestimmt. Nach Ablauf der Meßwertaufzeichnung wird der Überwachungsbehälter (6) über den

5 Reinigungsablauf (8) entleert und mit neuem Abwasser (1) gespült. Das Spülwasser wird ebenfalls aus dem Überwachungsbehälter (6) entfernt und ein neuer Meßzyklus kann beginnen. Die ermittelten Meßwerte werden an den Meßdatenwandler (9) weitergeleitet und in dem Meßdatenwandler (9) in zeitabhängige Datensätze umgewandelt. Die Datensätze werden über die elektronische Schnittstelle (10) an den Rechner (11) weitergeleitet. Der

10 Rechner (11) verfügt über ein künstliches neuronales Netz, in dem die Datensätze zuerst gewichtet, dann miteinander mathematisch in Beziehung gesetzt und mit einem Schwellwert verglichen werden. Der Schwellwert und die Fähigkeit zur Wichtung sind dem neuronalen Netz schon vor Beginn des Überwachungsprozesses mit Datensätze generiert worden, die

15 getrennt aus nichttoxischen, modellierten teilttoxischen und toxischen Abwässern gewonnen wurden. Aus dem Vergleich der verarbeiteten Datensätze mit dem generierten Schwellwert gibt das neuronale Netz eine Ja-/Nein-Entscheidung zur Toxizität des Abwassers als Signal aus. Das ausgegebene Signal löst in einem mathematischen Programm mit Steuerung (14) der Meßsonden (5), der Mischvorrichtung (7) und den Dosiervorrichtungen den Beginn eines

20 neuen Meßzyklus aus, so daß nacheinander mehrere Meßzyklen durchgeführt werden können. Außerdem kann das vom neuronalen Netz ausgegebene Signal für die Steuerung (13) von Vorrichtungen in Kläranlagen verwendet werden.

#### Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- |    |    |                      |
|----|----|----------------------|
| 25 | 1. | Abwasser             |
|    | 2. | Belebtschlamm        |
|    | 3  | Zehrungssubstrat     |
|    | 4  | Sauerstoff           |
|    | 5  | Meßsonden            |
| 30 | 6  | Überwachungsbehälter |

19.07.99

- 7 Mischvorrichtung
- 8 Reinigungsablauf
- 9 Meßdatenwandler
- 10 elektronische Schnittstelle
- 5 11 Rechner mit neuronalem Netz
- 12 Dosiervorrichtungen
- 13 Steuerung der Kläranlage
- 14 Steuerung der Überwachungsvorrichtung

## Schutzansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung von Prozeßabläufen in biologischen Kläranlagen und Klärstufen für die Behandlung von Abwässern unterschiedlicher Zusammensetzung, wobei dem Abwasser, das sich in einem Überwachungsbehälter befindet, Belebtschlamm und Zehrungssubstrat zugemischt und dieser Mischung Sauerstoff zugeführt ist, dann in der Vorrichtung einer Mischung ein Parameter als Sauerstoffverbrauch von Mikroorganismen, die sich im Belebtschlamm befinden und das Zehrungssubstrat verbrauchen, in Abhängigkeit von weiteren Parametern bestimmt und elektronisch ausgewertet ist, wobei die Vorrichtung aus einem Überwachungsbehälter mit Mischvorrichtung zur Aufnahme des Abwassers, des Belebtschlammes, des Zehrungssubstrates und des Sauerstoffs, aus Meßsonden, einem Rechner und Dosiervorrichtungen gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßsonden (5), die im Abwasser (1) die chemischen, biologischen oder physikalischen Parameter messen, an Meßdatenwandler (9) angeschlossen sind, in denen die bei der Parametermessung ermittelten Werte in elektronische Datensätze umgewandelt werden, die Meßdatenwandler (9) zur Übertragung der Datensätze über elektronische Schnittstellen (10) mit dem Rechner (11) verbunden sind, der Rechner (11) mit einem neuronalen Netz ausgestattet ist, das aus den Datensätzen Ausgabewerte generiert, die der Steuerung der Überwachungsvorrichtung (14) und der Beurteilung der Abwasserqualität dienen und der Rechner (11) zur Steuerung (14) und mehrfachen Wiederholung der Überwachungsprozesse mit den Meßsonden (5), der Mischvorrichtung (7) und den Dosiervorrichtungen (12) elektronisch verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rechner (11), in dem aus den Datensätzen mit Hilfe des neuronalen Netzes Ausgabewerte generiert werden, die der Steuerung von Abwasserreinigungsprozesse dienen können, mit den Vorrichtungen der Kläranlage zur Steuerung (13) der Reinigungsprozesse elektronisch verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens zwei unterschiedliche Meßsonden (5) am Behälter (6) angeordnet sind, mit denen

unterschiedliche Parameter mehrfach gemessen und die bestimmten Meßwerte nach der Umwandlung im Meßdatenwandler (9) als voneinander qualitativ verschiedene, jedoch zeitlich voneinander abhängige Datensätze im neuronalen Netz verarbeitet werden können.

5

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** vom Zeitpunkt des Erreichens des Sauerstoffsättigungsgrades, bei dem für die Mikroorganismen eine optimale Sauerstoffzehrung gewährleistet ist, über einen Zeitraum von 5 bis 15 Minuten als Parameter unterschiedliche chemische, biologische oder physikalische Meßwerte zeitlich parallel bestimmt sind, die Meßwerte von Meßdatenwandlern (9) in zeitabhängige Datensätze umgewandelt und die Datensätze über elektronische Schnittstellen (10) zu einem Rechner (11) mit neuronalem Netz transferiert sind und die Datensätze vom neuronalen Netz unter Berücksichtigung von toxisch relevanten und nicht relevanten Meßwerten schnell und direkt zu Ausgabewerten verarbeitet sind und die ermittelten Ausgabewerte des neuronalen Netzes für die Steuerung (14) der Überwachungsvorrichtung und der Steuerung (13) der Abwasserreinigung ausgegeben sind.

10

15

20

25

30

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßwerte als Sauerstoffpartialdruck, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, sowie die Menge des gelösten organischen Kohlenstoffs, die Trübung und der pH-Wert, sowie weiterhin das Mischungsverhältnis der Abwasserkontingente zueinander bei Abwässern aus verschiedener Herkunft, die zu einer bestimmten Tageszeit oder Jahreszeit anstehen, in dem Überwachungsbehälter (6) der Vorrichtung einer Überwachung und Analyse zugeführt sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor dem Beginn der Parameterbestimmung im Überwachungsbehälter (6) Sauerstoff (4) der Abwassermischung bis zu einem Sättigungsgrad von 50 - 95 % zugeführt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Beginn der Parameterbestimmung im Überwachungsbehälter (6) Sauerstoff (4) der Abwassermischung bis zu einem Sättigungsgrad von 80 % zugeführt ist.
- 5 8. Vorrichtung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Belebtschlamm (2), der auch für die Reinigungsstufe der jeweiligen biologischen Kläranlage oder Klärstufe Verwendung findet, in den Überwachungsbehälter (6) eingeführt ist.
- 10 9. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erkennung von toxischen Inhaltsstoffen im Abwasser (1) die Datensätze durch das neuronale Netz als Eingangsdaten entsprechend ihrer Wichtung berücksichtigt sind und mathematisch mit einem Schwellwert, der einen Grenzwert für Toxizität oder Nichttoxizität des Abwassers (1) darstellt, einem Vergleich zugeführt sind, wobei aus  
15 diesem Vergleich Ausgabewerte generiert sind, die eine Aussage über die Qualität des Abwassers geben und mit denen die Überwachungsvorrichtung oder mit denen Bedienungsvorrichtungen der Kläranlagen und Klärstufen über die Steuerungen (13; 14) direkt angesprochen sind.
- 20 10. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schwellwert des neuronalen Netzes mit Datensätzen erstellt ist, die getrennt aus nichttoxischen, modellierten teilttoxischen und toxischen Abwässern gewonnen wurden und damit im technologischen Regime einen Wert darstellt, bei dessen Unterschreitung Nichttoxizität und bei dessen Überschreitung Toxizität des Abwassers (1) als  
25 Ausgabewert generiert ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Gewährleistung einer guten Zehrungsaktivität der Mikroorganismen, die eine Voraussetzung für die Erstellung von verwendungsfähigen Datensätzen für das neuronale Netz ist, als  
30 Zehrungssubstrat an Mikroorganismen adaptierte Nährstoffe verwendet sind.

19.07.99

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zehrungssubstrat ein Protein oder ein Proteingemisch ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zehrungssubstrat ein Lipid oder ein Lipidgemisch ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zehrungssubstrat ein Kohlenhydrat oder ein Kohlenhydratgemisch ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Abwasserkontingente unterschiedlichster Zusammensetzung aus industriellen, landwirtschaftlichen, biologischen oder kommunalen Bereichen unmittelbar nacheinander ohne Veränderung und Kalibrierung der Überwachungsvorrichtung und des neuronalen Netzes überwacht und gesteuert sind.

19.07.99

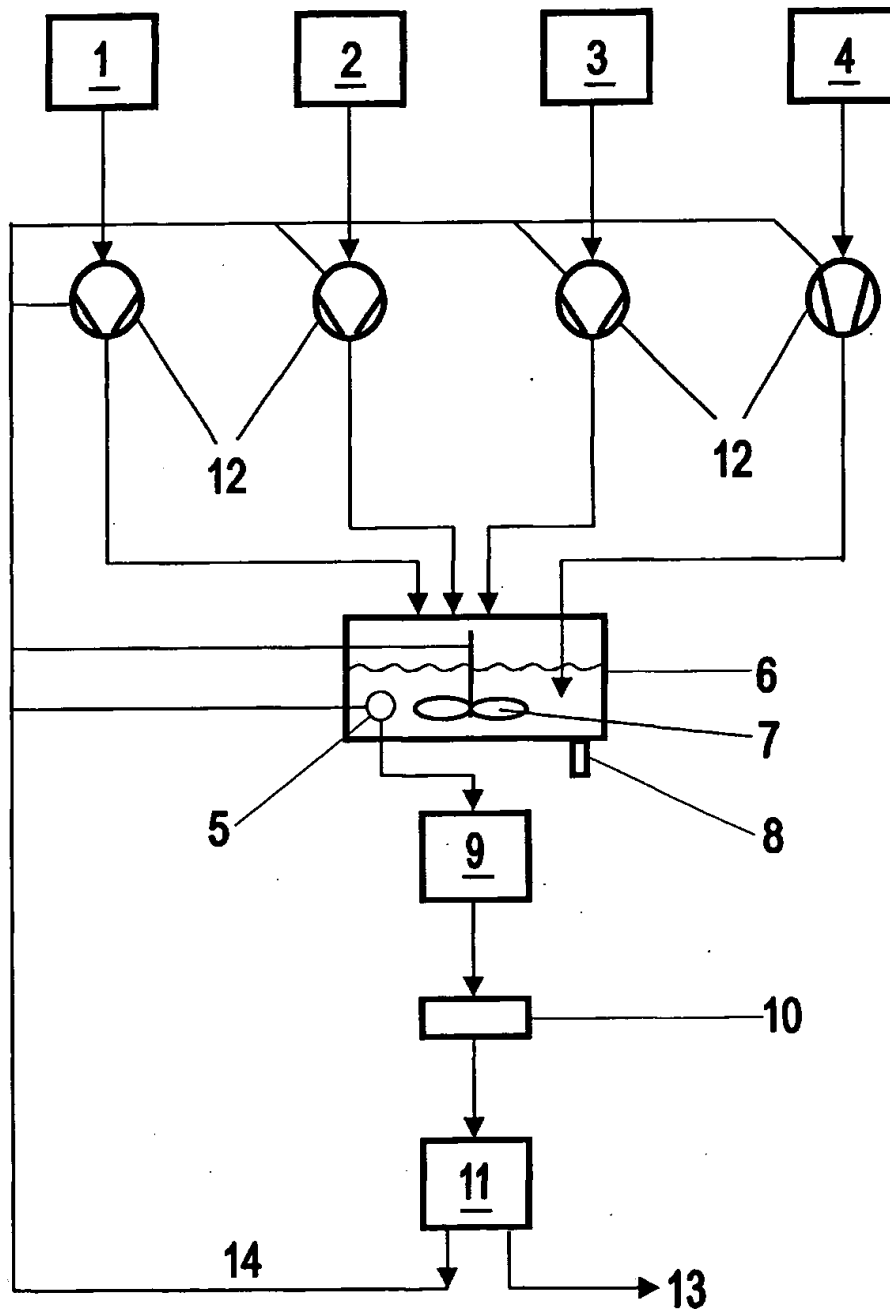


Fig. 1